



GANIL 2015 Evaluation de l'extension de la ligne LISE2000

L. Perrot, S. Grévy, F. Chautard, R. Hue, O. Kamalou

► To cite this version:

L. Perrot, S. Grévy, F. Chautard, R. Hue, O. Kamalou. GANIL 2015 Evaluation de l'extension de la ligne LISE2000. 2009. in2p3-00370151

HAL Id: in2p3-00370151

<https://hal.in2p3.fr/in2p3-00370151>

Submitted on 23 Mar 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

GRAND ACCELERATEUR NATIONAL D'IONS LOURDS

GANIL

GANIL2015

Evaluation de l'extension de la ligne LISE2000

L. Perrot (IPN Orsay, perrot@ipno.in2p3.fr, 01 69 15 71 58),
S. Grévy, F. Chautard, R. Hue, O. Kamalou (GANIL Caen)

GANIL R 09 01

Laboratoire commun CEA / DSM - CNRS / IN²P³

GANIL2015

Evaluation de l'extension de la ligne LISE2000

L. Perrot (IPN Orsay, perrot@ipno.in2p3.fr, 01 69 15 71 58),

S. Grévy, F. Chautard, R. Hue, O. Kamalou (GANIL Caen)

Dans le cadre des prospectives GANIL2015, nous présentons dans ce document nos réflexions concernant l'extension de la ligne d'ions super épluchés (LISE) dite LISE2000. Nous ne traiterons pas ici des motivations scientifiques de ce projet, ceci ayant fait l'objet de discussions dont les résultats sont accessibles [1,2].

I - Contexte

Dans ce contexte, nous proposons la modification de LISE2000 avec l'ajout d'une section de sélection en vitesse (Filtre de Wien) et d'un dipôle de sélection en moment. Ce couplage a été suggéré du résumé lors du meeting sur la fragmentation du 4 décembre 2008 [2] (voir la figure 1 de cette référence). La section de sélection en vitesse pourrait s'inspirer de celle existante sur LISE3. La section de sélection en moment pourrait provenir pour toute ou partie du spectromètre BBS (Big-Bite Spectrometer [3]) dont le programme scientifique auprès du cyclotron AGOR à KVI (Pays-Bas) pourrait s'arrêter à brève échéance. Des contacts ont été pris avec des physiciens locaux à ce sujet. Nous ne traiterons pas en détail dans cette note des aspects de dynamique des faisceaux ni des performances accessibles avec un tel système. Ces points ne pourraient être étudiés que dans un deuxième temps. Nous nous attacherons ici à une évaluation au premier ordre des coûts financier et humain, avec une indication des échéances temporelles possible.

La Figure 1 présente le schéma des aires expérimentales actuelles autour des salles D4, D6 (LISE2000 et LISE3) et D5 (INDRA).

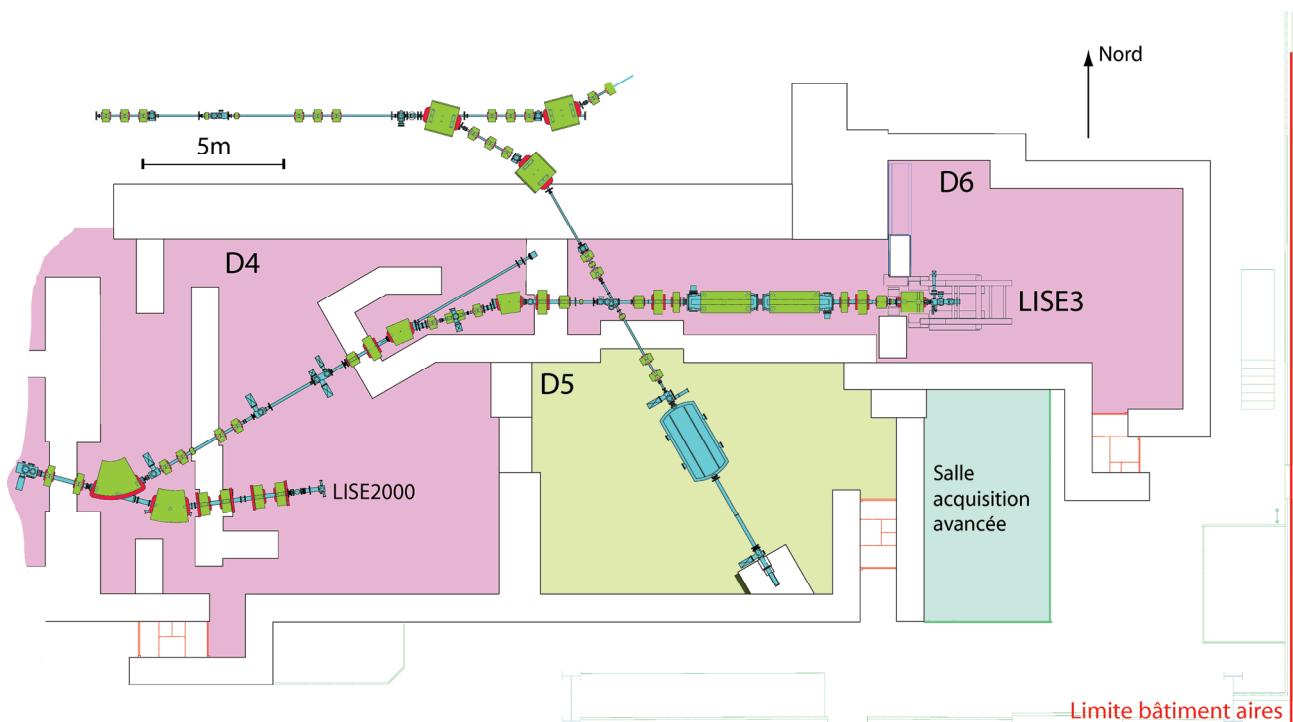


Figure 1 : Schéma de principe de la zone sud-est des aires expérimentales du GANIL incluant les salles D4, D5 et D6. Les limites sud et est du bâtiment sont également précisées.

Toute extension de la ligne LISE2000 et la pérennité de la ligne LISE3 rend caduque la ligne de faisceau entrant dans la salle D5 (accès direct au multidétecteur INDRA). Cependant, il sera pertinent de conserver la séparation des salles D4, D5 et D6 afin de permettre, notamment, l'installation d'une expérience dans la salle D6 avec présence de faisceau dans la salle D5 ou inversement. De même, le cadre de l'adaptation de la salle D5 ayant pour but l'accueil du spectromètre BBS, la conservation de l'entité D5 permettra de ne pas stopper les expériences dans les salles D4 ou D6 durant l'installation. L'extension de la salle imposera le déplacement de certains murs et l'allongement vers l'est du mur de la salle D5, l'accès à cette salle étant alors déplacé (cf. Figure 2). La salle d'acquisition avancée (peu utilisée) attenante sera supprimée. Le mur sud des salles d'expériences n'est pas déplaçable plus au sud en raison d'une part de l'existence d'une galerie souterraine à la verticale du couloir de circulation ouest-est et d'autre part de la limite sud du bâtiment des aires (circulation du pont roulant). En termes de sûreté et de radioprotection, il ne semble a priori pas nécessaire de faire d'évaluation spécifique, les niveaux radiologiques attendus devant être du même ordre de grandeur au maximum que ceux existant actuellement dans la salle D4. Une étude dédiée devra bien évidemment être menée en lien avec les services compétents en sûreté et radioprotection du GANIL.

II – Extension de LISE2000

A partir de ces considérations générales, nous proposons une esquisse de l'extension envisagée (cf. Figure 2). Ce design doit avant tout être validé par la dynamique faisceau.

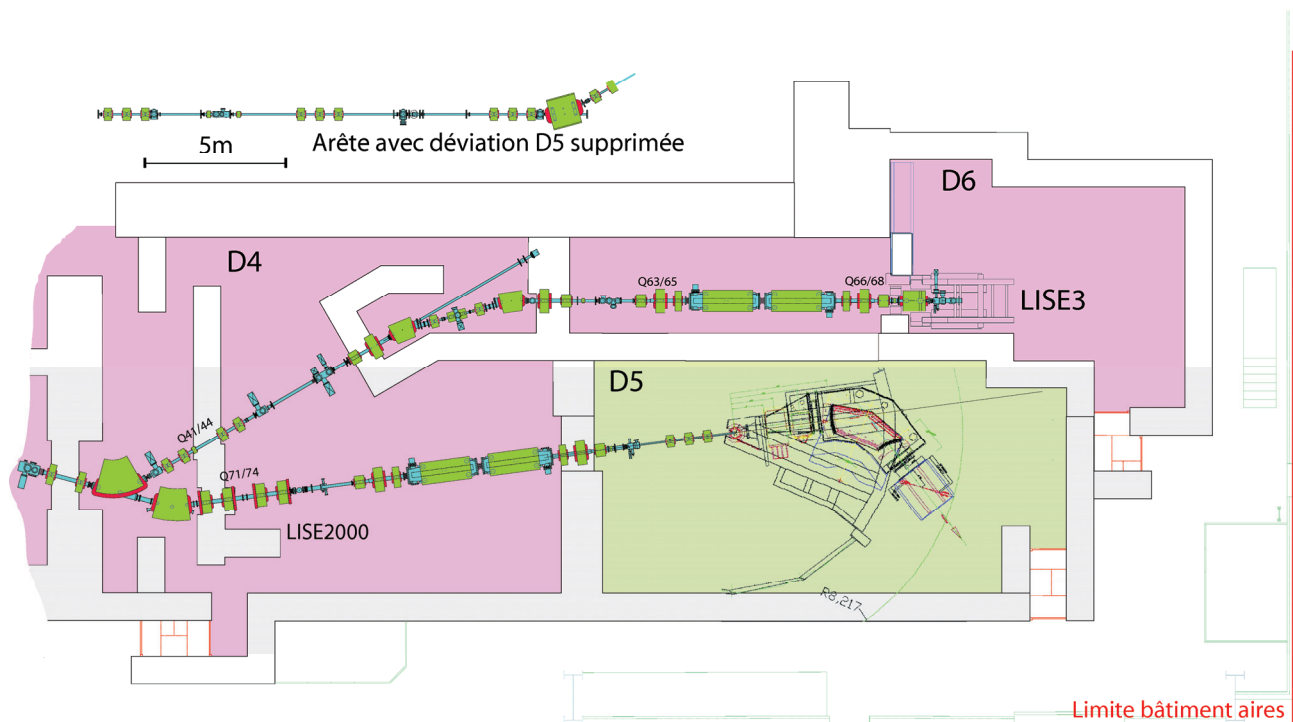


Figure 2 : Schéma de principe des aires expérimentales (salle D5) modifiées afin de prendre en compte l'extension de la ligne LISE2000.

A - Section filtre de Wien :

La section du filtre de Wien de LISE3 a été dupliquée. La distance entre l'entrée de cette section et le premier quadripôle est d'environ 1.2 m. C'est en ce point que pourrait se raccorder la ligne LISE2000 actuelle avec la section filtre de WIEN au point de fentes communes. La distance inter-quadripôle entre le dernier de LISE2000 (Q74) et le 1^{er} du filtre (équivalent Q63) serait de

l'ordre de 2.8 m. Cette distance devra être suffisante pour permettre des expériences nécessitant un temps de vol limité au bout de l'actuelle LISE2000. Dans cette hypothèse, on gagnerait très fortement à positionner les trois quadripôles d'entrée du filtre sur un banc déplaçable. Après études de dynamique faisceau, il pourrait être envisagé que ce banc puisse également servir pour le filtre de LISE3 (petit intérêt en terme de coût d'éléments magnétique – 3 quadripôles : ~50k€). En considérant des propriétés optiques équivalentes en termes de focalisation après le filtre de WIEN, il pourrait être choisi une distance de focalisation de 2 m après le centre du dernier quadripôle du filtre (équivalent Q68). C'est en ce point que seront positionnées les fentes de sélection verticale du Filtre de Wien. Il faut ensuite construire une section de transport point-point (maille à trois quadripôles) de longueur environ 3.5 m. C'est au point image de cette section que sera localisé le point cible du spectromètre. Dans le design des deux sections d'adaptation du filtre et de la maille de transport, il sera essentiel de prévoir autour de ce point cible la possible installation de système de détection de grandes tailles comme MUST2, GASPARD, PARIS, EXOGAM, FAZIA, INDRA. Dans l'actuelle proposition, la distance entre le dernier quadripôle de la maille de transport et le premier de BBS est d'environ 1.9 m.

B - Section spectromètre:

BBS est un spectromètre disposé sur un banc tournant autour de l'axe de la cible (comme SPEG et VAMOS). Néanmoins, dans la configuration proposée, l'angle de rotation est limitée par la présence du mur sud de la salle D5 (rotation ~20°). A noter que ces considérations ne prennent pas en compte l'éventuelle modification de la structure du filtre de Wien compte-tenu des exigences scientifiques et des caractéristiques des noyaux mis en jeu (masses, rigidité...).

C - Ligne Arête-D5 :

Comme illustré sur la Figure 2, la ligne de faisceau entre l'arête et la salle D5 est supprimée, ceci n'impliquant aucune modification de structure particulière sur l'arête. Outre 2 dipôles, 7 quadripôles et 2 steerers, systèmes de pompage et détecteurs de profils de faisceau sont récupérés lors de cette opération. En particulier, la récupération des alimentations en courant de l'ensemble de cette structure est intéressante. Cependant, certains de ces éléments étant connectés sur la grille de commutation du GANIL, il n'y a donc pas autant d'alimentations en courant rendues réellement disponibles.

D - Modification salle D5 :

L'insertion du spectromètre BBS implique une modification de la salle D5. Elle permettra en outre de disposer les baies d'électroniques associées à BBS et aux systèmes de détection. L'extension de cette salle impose l'augmentation de la surface au sol. Les modifications suivantes de la structure des murs sont à envisagées :

- Le mur Ouest de la salle D5 (séparation avec D4) est identique, seul est envisagé son déplacement vers l'est sur une distance de 2.2 m environ. Ce déplacement s'impose dans l'option d'un filtre identique à celui de LISE3 et le maintien de la salle D5 séparée de D4. La localisation de ce mur ne pourrait être faite qu'autour des quadripôles finaux de la section du filtre de Wien. Il sera néanmoins nécessaire de prendre en compte l'encastrement d'un ou de deux de ces quadripôles dans le mur. La contribution radiologique de ce point devrait être étudiée afin de s'assurer que le débit de dose dans D5 est limité quand il y a présence du faisceau dans D4 (avec une cage de Faraday ou bloc d'arrêt sur LISE2000 et/ou faisceau transmis en D6).
- Le mur Nord séparant D5 et D6 est concerné à deux titres. La petite chicane (dans laquelle le tube à vide du faisceau primaire vers D5 passait) pourra être supprimée (déplacement de

ce tronçon de mur vers le sud). Le mur Nord délimitant D5/D6 et la salle d'acquisition avancé pourra être déplacé partiellement vers le nord sur environ 5 mètres de long et 1 mètre vers le nord. Le mur Sud est rallongé vers l'est d'environ 6 mètres.

- Le mur Est de la salle D5 étant déplacé vers l'est pour s'ajuster avec celui de la salle D6, il y a un gain d'une longueur de l'ordre de 4 mètres sur ce mur. Cette longueur disponible sera employée pour le rallongement du mur Sud de la salle. Il restera à récupérer des 2 mètres manquant.

III - Investissements

A - Investissements financier

Les investissements à faire sur ce projet sont estimés en découplant les fonctions de sélection en vitesse (Filtre de Wien+maille point-point) de celle sélection en moment (BBS). La réalisation de la section filtre de Wien incomberait naturellement à GANIL qui dispose déjà d'une partie des éléments magnétiques et des alimentations en courant. Le spectromètre BBS provenant de KVI, il serait judicieux d'associer ce laboratoire pour la fourniture de toute ou partie des éléments de ce spectromètre : alimentations en courant, éléments magnétiques (quadripôles et dipôle), châssis, baies et électronique associées. Actuellement, un groupe de physique est intéressé par une utilisation de BBS à KVI pour des études sur les hyper-noyaux mais ce programme est en attente d'un financement européen. Il existe aussi un groupe de physiciens réfléchissant à la possibilité de se rapprocher de SPIRAL2 afin de monter un programme de recherche sur les noyaux exotiques. Des discussions sont en cours pour étudier leur intérêt dans le déménagement de BBS au GANIL.

Le coût du transport du spectromètre BBS est évalué autour de 50keuros (à préciser).

Pour la section du filtre de Wien, il faut potentiellement disposer de 6 quadripôles (2 de rayon de gorge 100mm, 4 à 140mm) et de deux filtres de Wien de 2.5 mètres de long. Nous rappelons que pour n filtres de Wien identiques, la dispersion en vitesse D varie comme n^2D après le $n^{\text{ième}}$ filtre à champ magnétique constant dans chaque filtre. Sachant qu'il est impossible d'avoir deux expériences simultanées sur LISE3 et LISE2000, les alimentations des quadripôles et des 2 dipôles du filtre ainsi que la plateforme haute tension du filtre de Wien seront utilisables par commutation de LISE3 à LISE2000. Ceci est à ce titre déjà le cas par exemple pour les quadripôles d'adaptation de LISE2000 (Q71 à Q74) avec ceux de l'adaptation en D4 (Q41 à Q44).

Une estimation du prix d'un quadripôle du type de ceux décrits plus haut est de l'ordre de 15k€. Le coût d'un Filtre de Wien, en tenant compte des éléments déjà existant au GANIL, a été estimé à 200 k€. Il peut être noté que le coût total de l'extension de LISE3 dans les années 1990 fut d'environ 200k€. Une re-normalisation au coût d'aujourd'hui devrait être logiquement appliquée. Une inflation de 3% sur 15 ans correspond à un accroissement de 50%, soit un total de 300k€. C'est l'option de base du projet. Une option consistant à mutualiser entre LISE3 et LISE2000 les sections d'adaptation (quadripôles) a aussi été envisagée.

Pour la section de transport entre le filtre et le spectromètre (maille point-point), il faut disposer de 3 quadripôles et du pompage (les alimentations provenant de la grille de commutation).

Pour le système de pompage de la section filtre de Wien, une réutilisation du système de pompage existant sur la section d'adaptation du faisceau de D5 est envisagée. Pour information, le coût d'une pompe type cryogénique est de l'ordre de 40k€.

Le coût de la section maille de transport entre le filtre et BBS est de 50k€. Elle prend en compte les éléments magnétiques et le pompage.

A ces investissements doit s'ajouter les câbles de l'ensemble des éléments : alimentations en tension et en courant, automate de LISE.

Le coût de la section "Filtre de Wien" est détaillé dans le Tableau 1.

Section filtre de Wien			
Solution de base		Option 1	
2 sections nouvelles et totalement indépendantes	coût	Nouveau filtre pour LISE2000 et Quadripôles partagés sur banc	coût
2 Filtres	200	Nouveau Filtre pour L2000: 2 Filtres	200
6 quadripôles	90	Bancs transportables	50
Structure, chambre à vide...	50	Structure, chambre à vide...	40
Maille point-point	50	Maille point-point	50
câblage	50	câblage	50
Aléas (20%)	88	Aléas (20%)	78
	528		468

Tableau 1 : Evaluation du coût d'installation d'une section Filtre de Wien pour LISE2000

Pour la section spectromètre, nous avons aussi dégagé deux options. La première suppose la mise à disposition des seuls éléments magnétiques et de la structure. La deuxième suppose aussi la mise à disposition des alimentations en courant et du pompage.

Le coût de la section "Spectromètre" est détaillé dans le Tableau 2.

Section spectromètre			
Solution de base : Dispo spectromètre		Option 1: Dispo Spectro+Alim+pompage	
	coût		coût
Transport	50	Transport	50
Modification salle D5 (murs, sol)	30	Modification salle D5 (murs, sol)	30
câblage	50	câblage	50
détection	50	détection	50
pompage	40		
Alimentation	100		
Aléas (20%)	64	Aléas (20%)	36
	384		216

Tableau 2 : Evaluation du coût d'installation du spectromètre BBS pour LISE2000

Un coût total du projet compris entre 600 k€ (lignes d'adaptation communes entre LISE3/LISE2000 et récupération maximum de BBS) et 900 k€ (2 lignes totalement indépendantes et récupération minimum de BBS) peut être estimé.

B - Investissements humain

Concernant les besoins en personnel, l'évaluation a montré les besoins suivant (en hommes-mois) pour l'installation :

Étude : 3
Génie civil : 2
Électricité : 4
Installation : 8

Il pourrait être tiré profit de conserver l'existence de la salle D5 pour ne pas imposer l'arrêt durant une période trop importante des expériences sur LISE.

C - Planning

La première étape du projet sera l'étude approfondie de l'optique de ce dispositif afin de proposer un design complet de l'extension de la ligne. Les propriétés optiques seront confrontées avec les besoins scientifiques. C'est seulement après cette étude que pourra réellement être donné la pertinence du projet. 6 mois temps plein pour une personne sur la dynamique faisceau permettra d'obtenir des résultats satisfaisants.

Avant réception du spectromètre de KVI, les actions pourraient porter d'une part sur la réalisation du filtre de Wien et d'autre part sur la préparation de la salle D5 et ses afférents. Le temps de ces actions doit être de l'ordre de 5 mois. L'installation complète de BBS devrait prendre moins de 6 mois en espérant bénéficier du soutien d'experts techniques du KVI pour une petite partie de ce temps. En mettant ces temps bout à bout, le projet devrait pouvoir s'étendre sur 18 mois (cf. Figure 3) sachant que tout dépend du feu vert aux études de dynamique, des modes de financements, des engagements d'achats et de la collaboration avec KVI. L'arrivée du spectromètre doit pouvoir se faire quand la salle est prête et que les forces du GANIL sont disponibles durant cette période. Un démarrage théorique est possible pour octobre 2010. En incluant d'éventuels glissement jusqu'à 6 mois, pour un démarrage des études au second semestre 2009, il est plus raisonnablement envisageable un premier faisceau mi 2011.

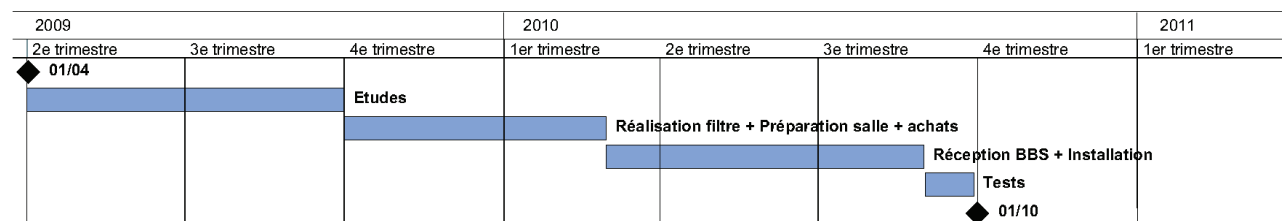


Figure 3 : Planning du projet de la réalisation de l'extension de LISE2000

Annexe : Utilisation du Filtre de Wien D6 avec les faisceaux de SPIRAL2

Dans le cadre du réexamen du dossier de sûreté du GANIL, il est nécessaire de définir les salles susceptibles de recevoir des faisceaux post accélérés de haute intensité. Dans cette optique, l'utilisation du filtre de Wien de la salle D6 est envisagée dans un mode FULIS par plusieurs LoI Spiral2. Afin d'une part d'éviter le transport des faisceaux radioactifs le long de l'ensemble du spectromètre LISE (et ainsi limiter les zones à "nucléariser") et d'autre part de faciliter les procédures de réglage du filtre pour les réactions de fusion-évaporation, un accès direct au filtre de Wien de la salle D6 depuis l'arête de poisson est une option séduisante. Une illustration est proposée sur la Figure 4 ci-dessous. Il est important de noter que cette ligne directe arête-D6 implique une redéfinition des salles D4 et D6.

Nous voudrions insister ici sur la cohérence des deux modifications proposées, bien que très éloignées en termes de planification. En premier lieu, l'utilisation actuelle du filtre de Wien en mode FULIS est extrêmement contraignante en terme de planning car le temps nécessaire à l'adaptation du filtre en mode Normal/FULIS empêche un enchainement rapide des expériences. Cette contrainte est grandement réduite par l'extension de la ligne LISE2000. En second lieu, l'utilisation du filtre de Wien en mode FULIS est difficile du à la difficulté d'aligner le faisceau à l'entrée du filtre. L'installation d'une ligne directe arête-D6 permettra sans aucun doute d'améliorer cette situation.

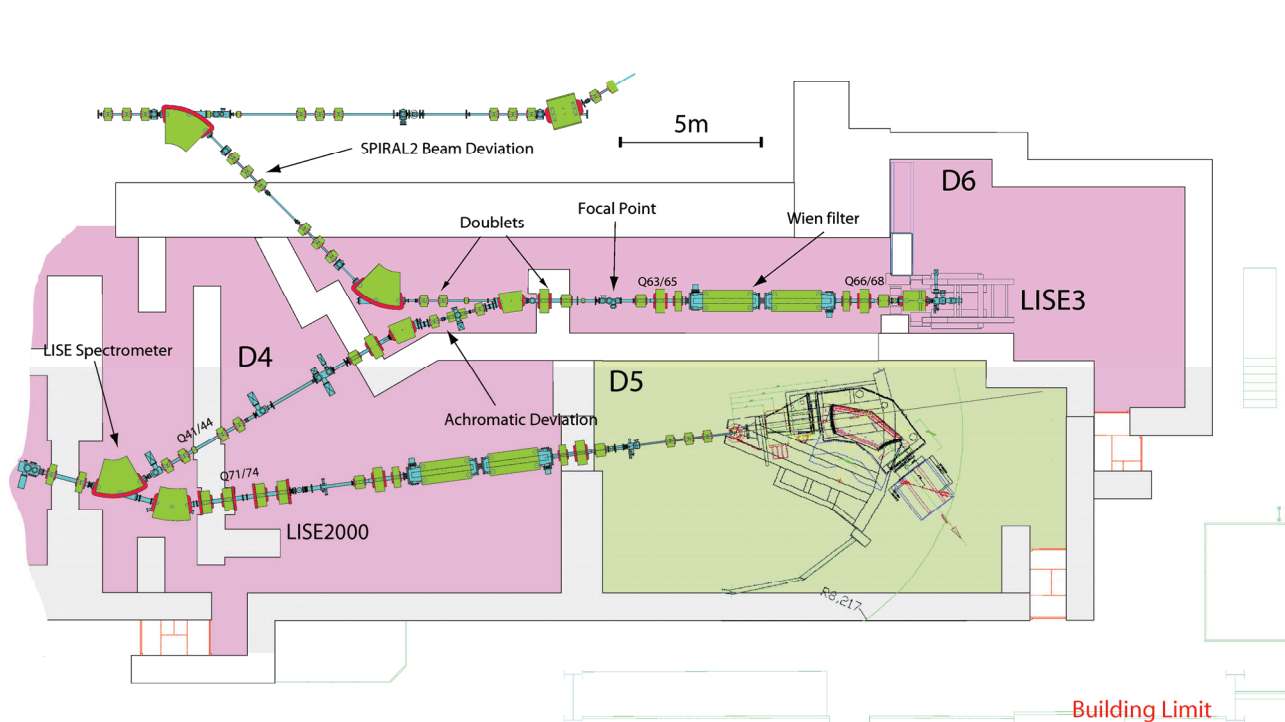


Figure 4 : Schéma de principe des aires expérimentales modifiées pour prendre en compte les faisceaux SPIRAL2 sur LISE.

La solution que nous proposons n'a pas fait l'objet d'étude plus poussée. La ligne de faisceau SPIRAL2 nécessite l'emploi de deux dipôles à 45° raccordée derrière un triplet de la maille de transport de l'arête de poisson du GANIL. La grosse difficulté est sans doute l'adaptation du faisceau après la déviation. Il est nécessaire de disposer de 4 quadripôles. D'après le schéma, la localisation du premier doublet ne peut se faire que directement après le 2^{ème} dipôle à 45° . Le deuxième doublet est commun avec la déviation achromatique. Deux contraintes se dégagent dans cette adaptation, d'une part la grande distance entre les deux doublets et d'autre part la taille de la chambre à vide dans le 2^{ème} dipôle de la déviation achromatique. Des études de dynamiques faisceaux doivent impérativement être menée afin d'envisager la coexistence des deux lignes de faisceaux.

- [1] SPIRAL2, GANIL2015, Device: LISE/SISSI, leader: Stéphane Grévy, November 11th, 2008, <http://www.ganil.fr/lise/files/GANIL-2015-LISE.doc>
- [2] Summary of the « fragmentation » meeting at GANIL, December 4th, 2008, http://www.ganil.fr/lise/files/summary_fragmentation_meeting_2008_12_04.doc
- [3] The Big-Bite Spectrometer for AGOR, A.M. van den Berg, NIMB 99 (1995) 637-640, http://www.kvi.nl/~berg/bbs/bbs_intro.html